

tanítsunk a világűrrel!

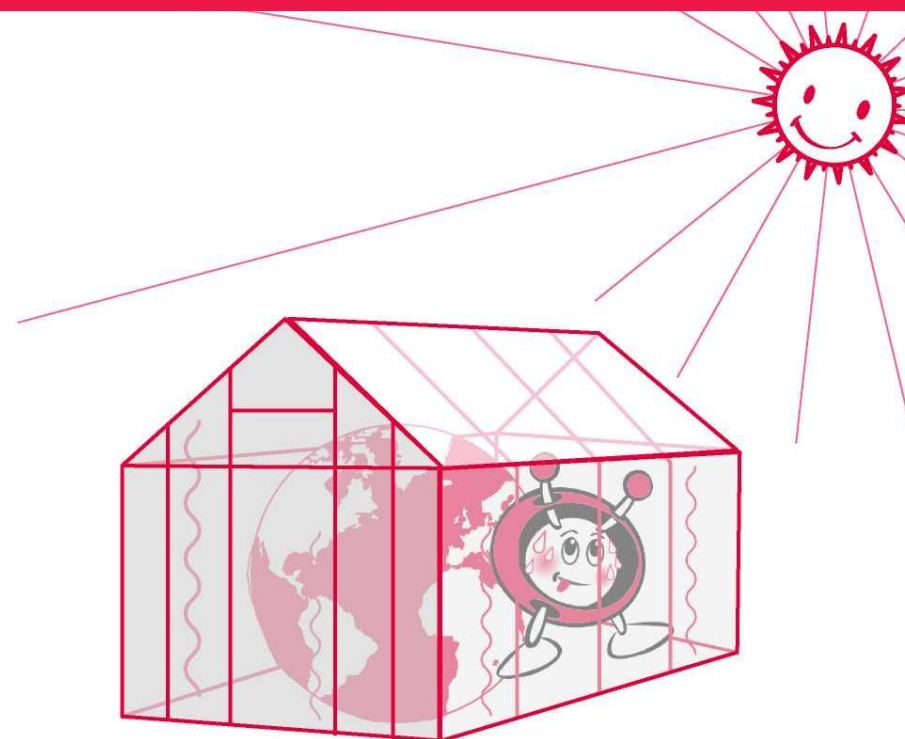
→ **Magasan az égen!**

Tanulmányozzuk együtt az időjárást!

**European Space
Education Resource
Office (ESERO)**

Az Európai Űrügynökség (ESA) oktatási programja
az Európai Űrügynökség Oktatási Erőforrás Iroda (ESERO)
az Egyesült Királysággal együttműködésben

Szerzői jogok 2014 © Európai Űrügynökség

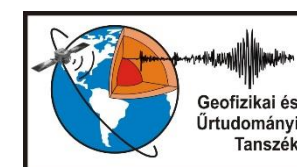


Timár Gábor egyetemi tanár

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Geofizikai és Űrtudományi Tanszék

Székel Balázs egyetemi docens

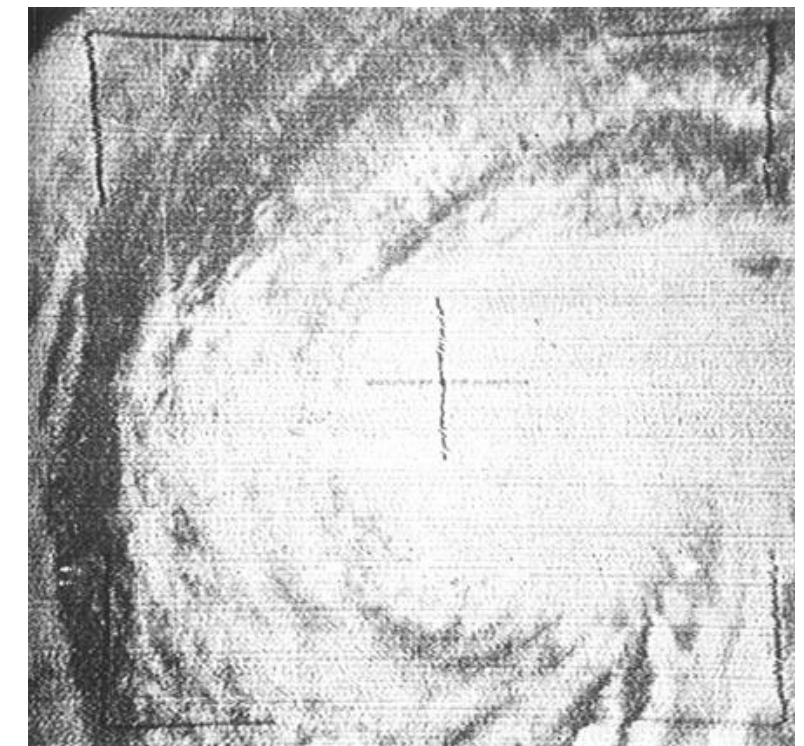
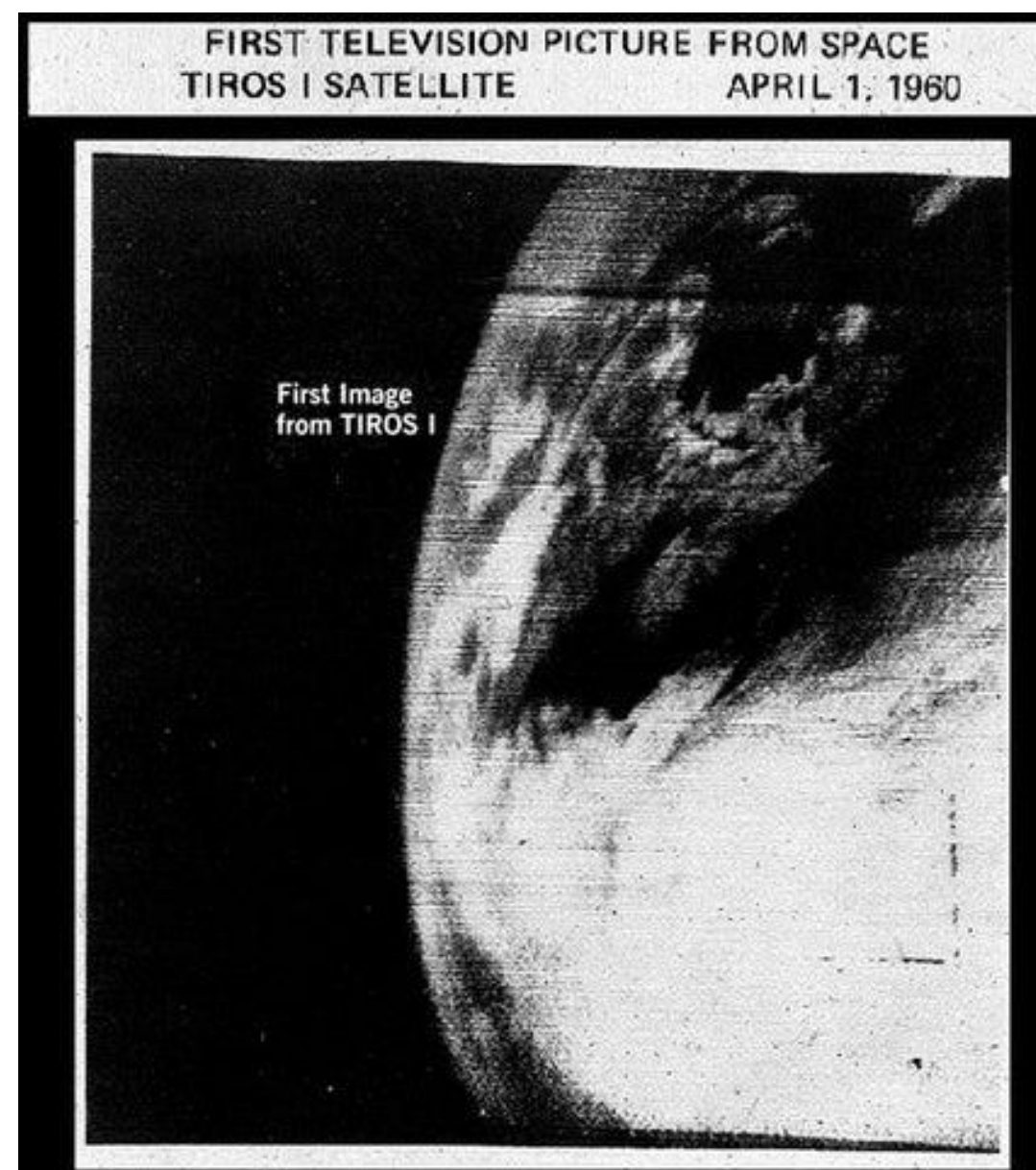
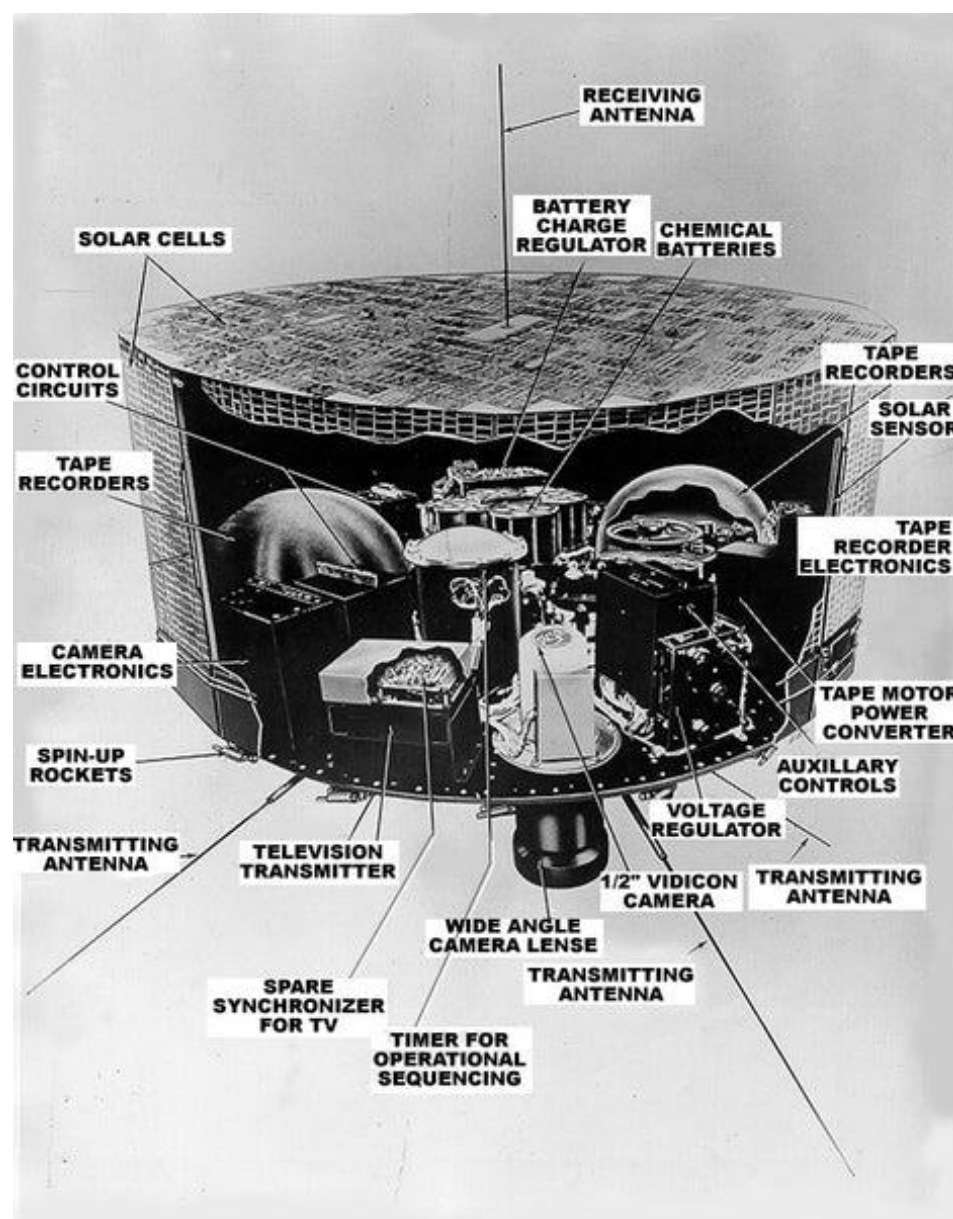


Mit mérhetünk a műholdakról (meteorológia)?

- FELHŐZET: Látható és infravörös tartomány
- CSAPADÉK, PÁRATARTALOM: Mikrohullámú radar (olyan mint a földi meteo-radar, csak műholdon)
- LÉGHŐMÉRSÉKLET ÉS HŐMÉRSÉKLETI PROFIL: mikrohullámú radiométer, műholdon
- FELSZÍNHŐMÉRSÉKLET (szárazföld, tenger)
- SZÉLSEBESSÉG, SZÉLIRÁNY: Polarimetrikus és rádiófrekvenciás észlelés
- EGYES LÉGKÖRI GÁZOK KONCENTRÁCIÓJA: kifejezetten a keresett gáz abszorpciós színekére kihegyezve
- HÓ- ÉS JÉGTAKARÓ: Látható és infravörös tartomány

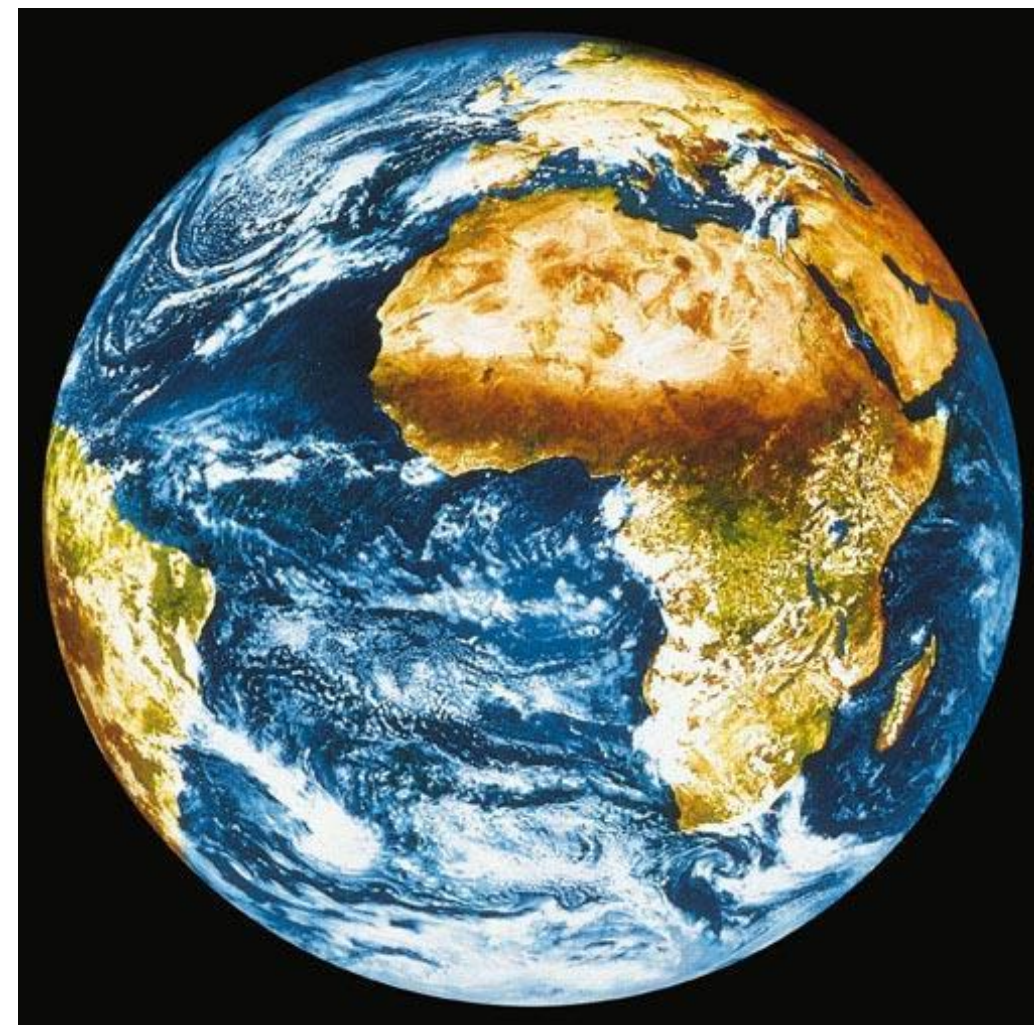
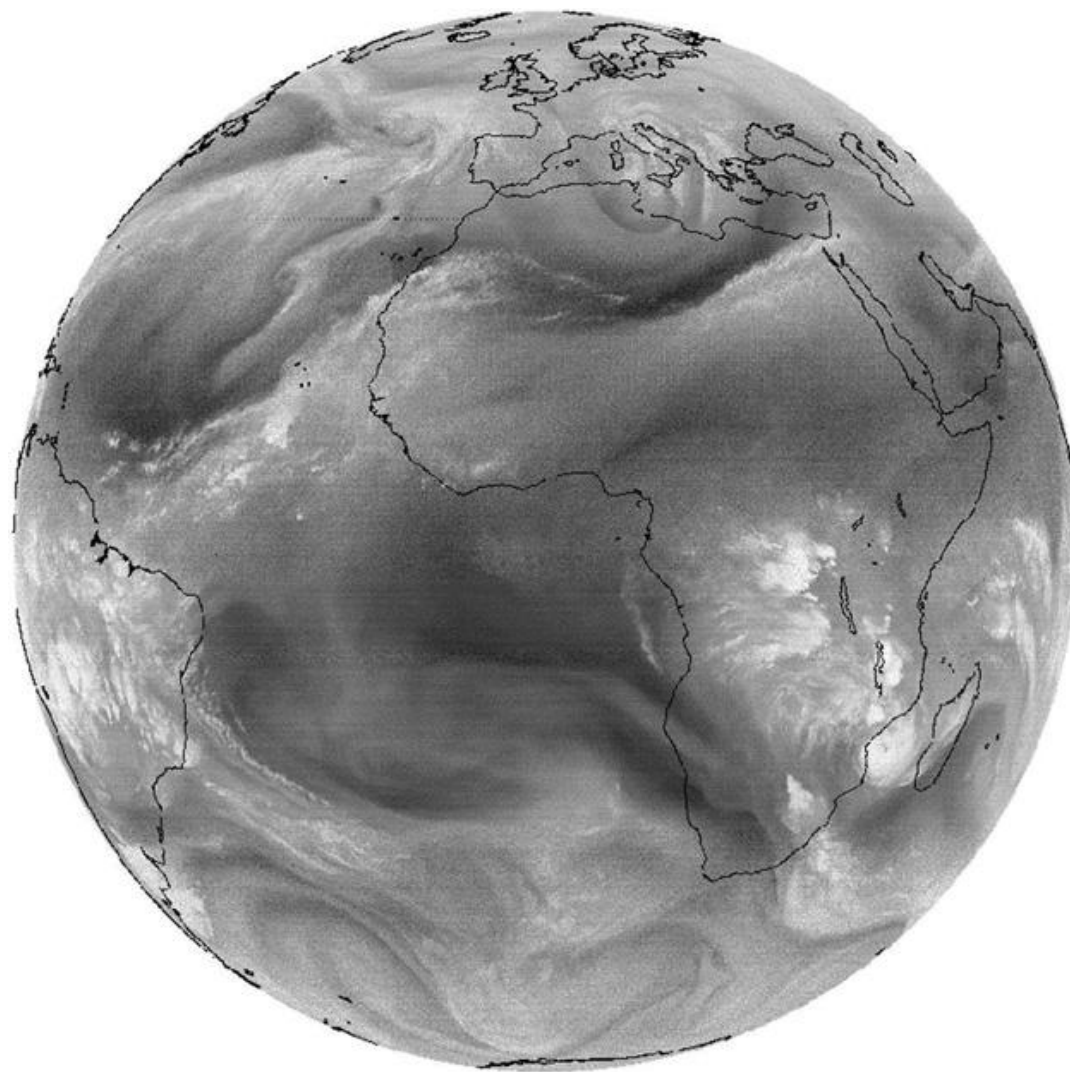
Műholdas meteorológia története

- 1960-AS ÉVEK: TIROS (Television InfraRed Observation Satellite) program
- 1970-ES ÉVEK: Geostacionárius műholdak: GOES (Geostacionary Operational Environmental Satellite), első generációs Meteosat
- 1980-AS ÉVEK: Poláris pályájú meteorológiai műholdak: NOAA, METOP
- 2000-ES ÉVEK: AQUA/TERRA, MODIS és AIRS
- JELEN ÉS JÖVŐ: GOES-R, ABI (Advanced Baseline Imager); Sentinel-sorozat (ESA), JPSS



Esther hurrikán, 1961 július

TIROS (Television InfraRed Observation Satellite)



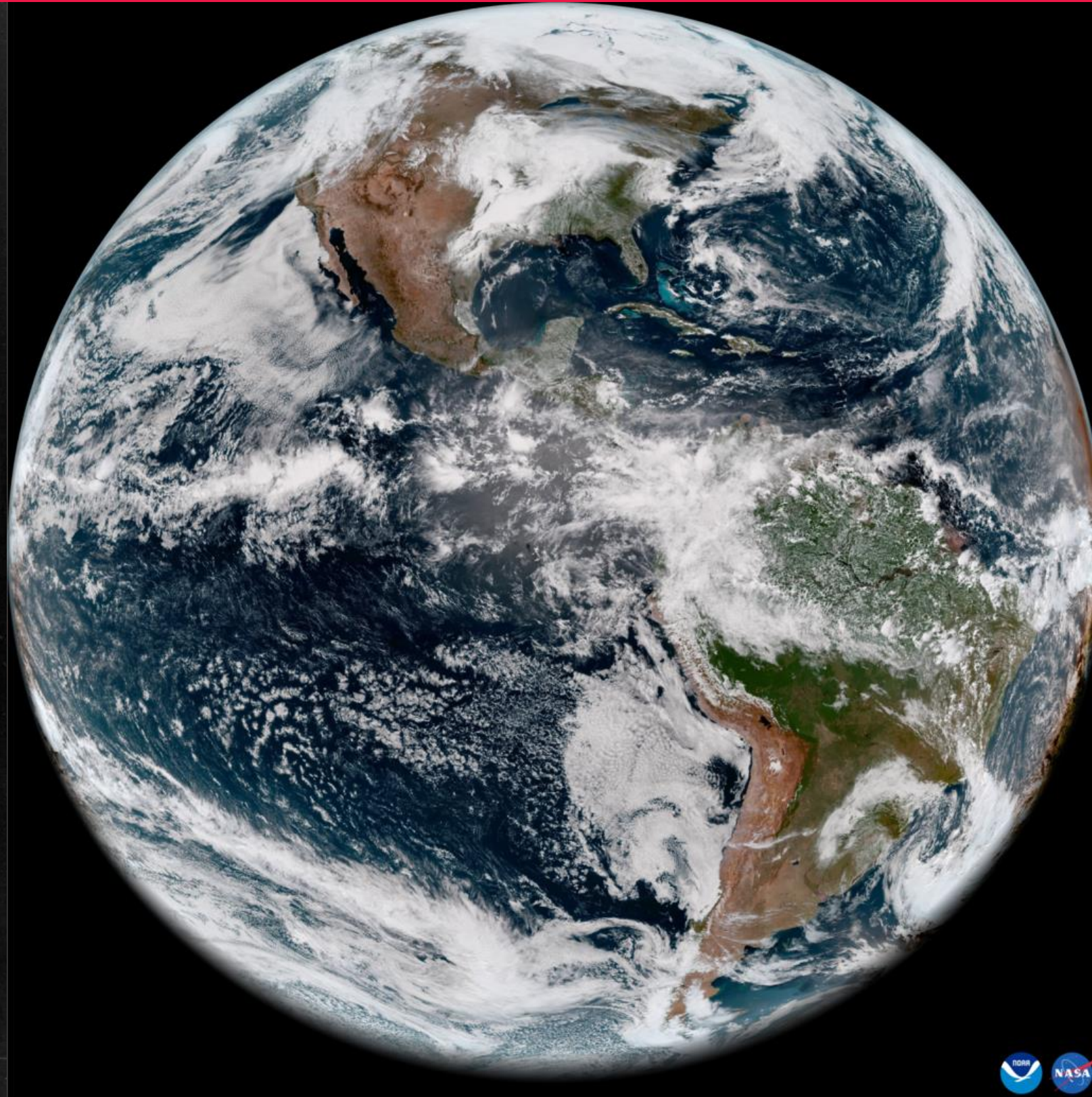
Első generációs METEOSAT

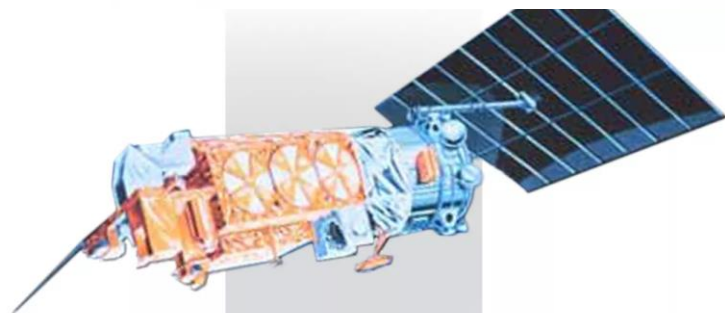
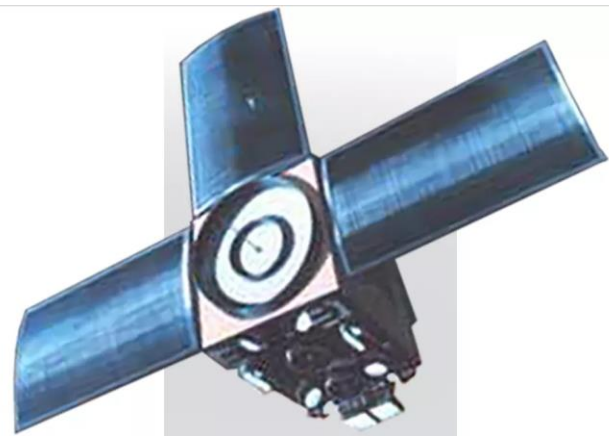


Első generációs GOES



GOES-1 vs. GOES-18



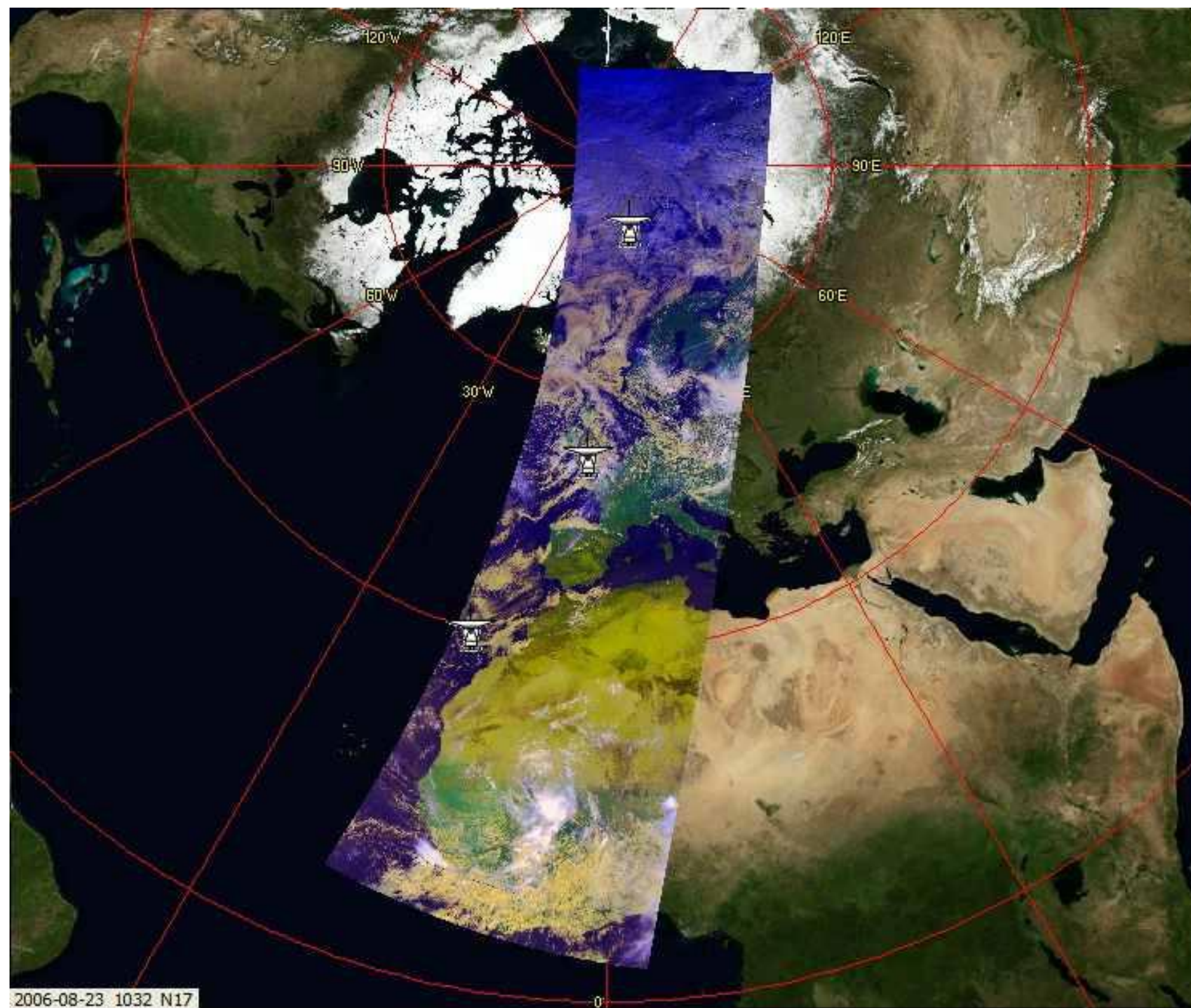


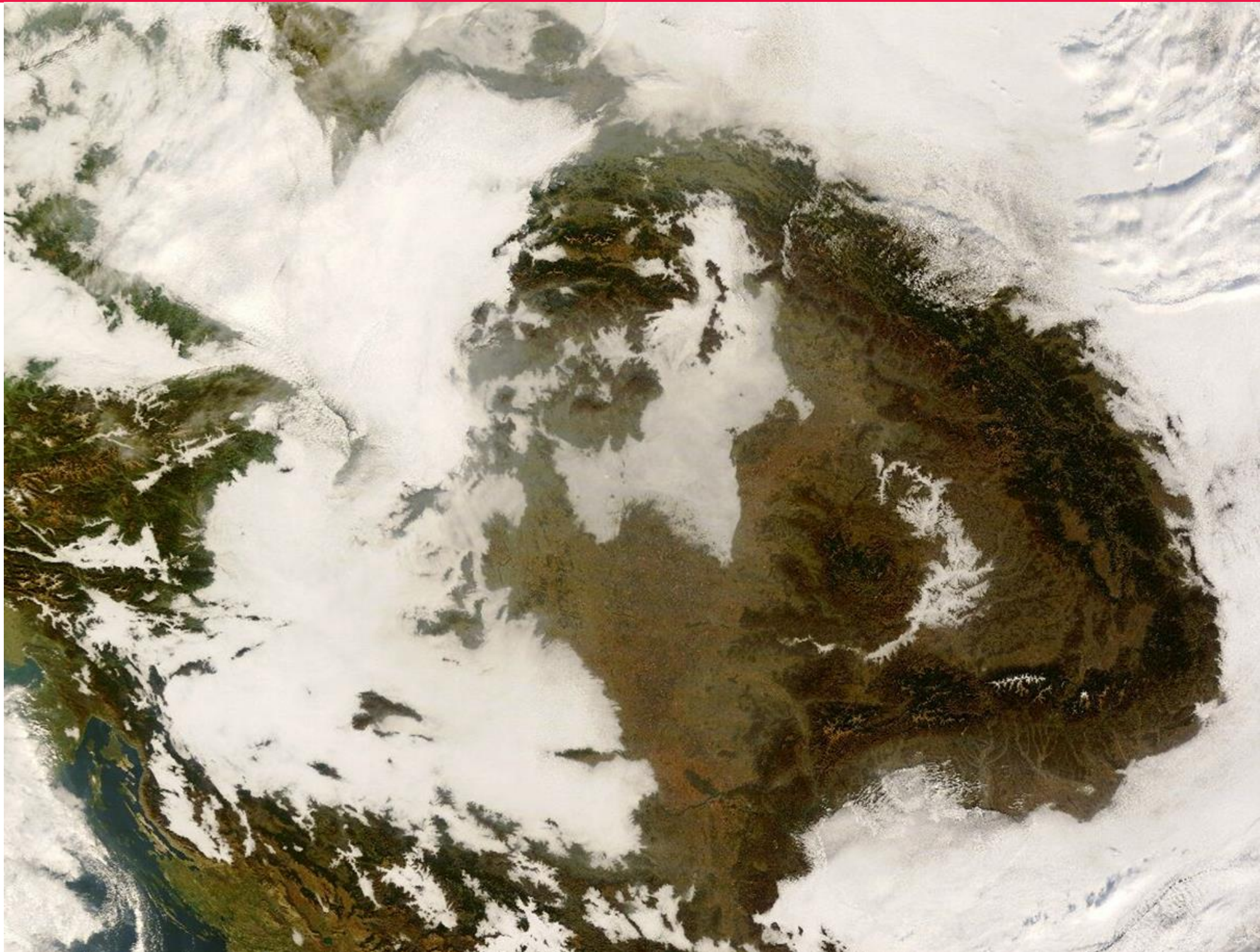
NOAA sorozat – poláris pálya

NOAA sorozat – poláris pálya



NOAA sorozat – poláris pálya

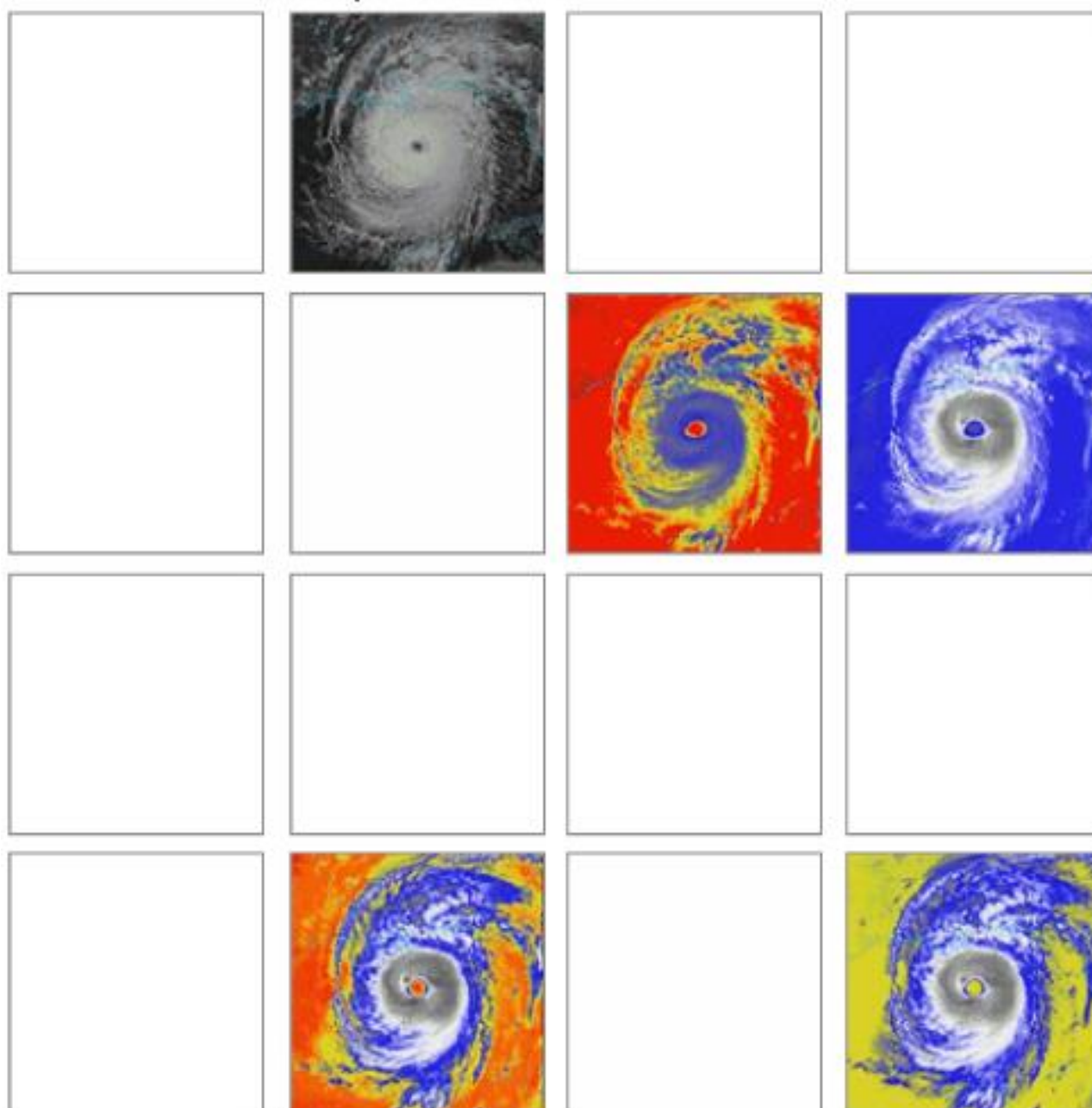


**TERRA/AQUA - MODIS**

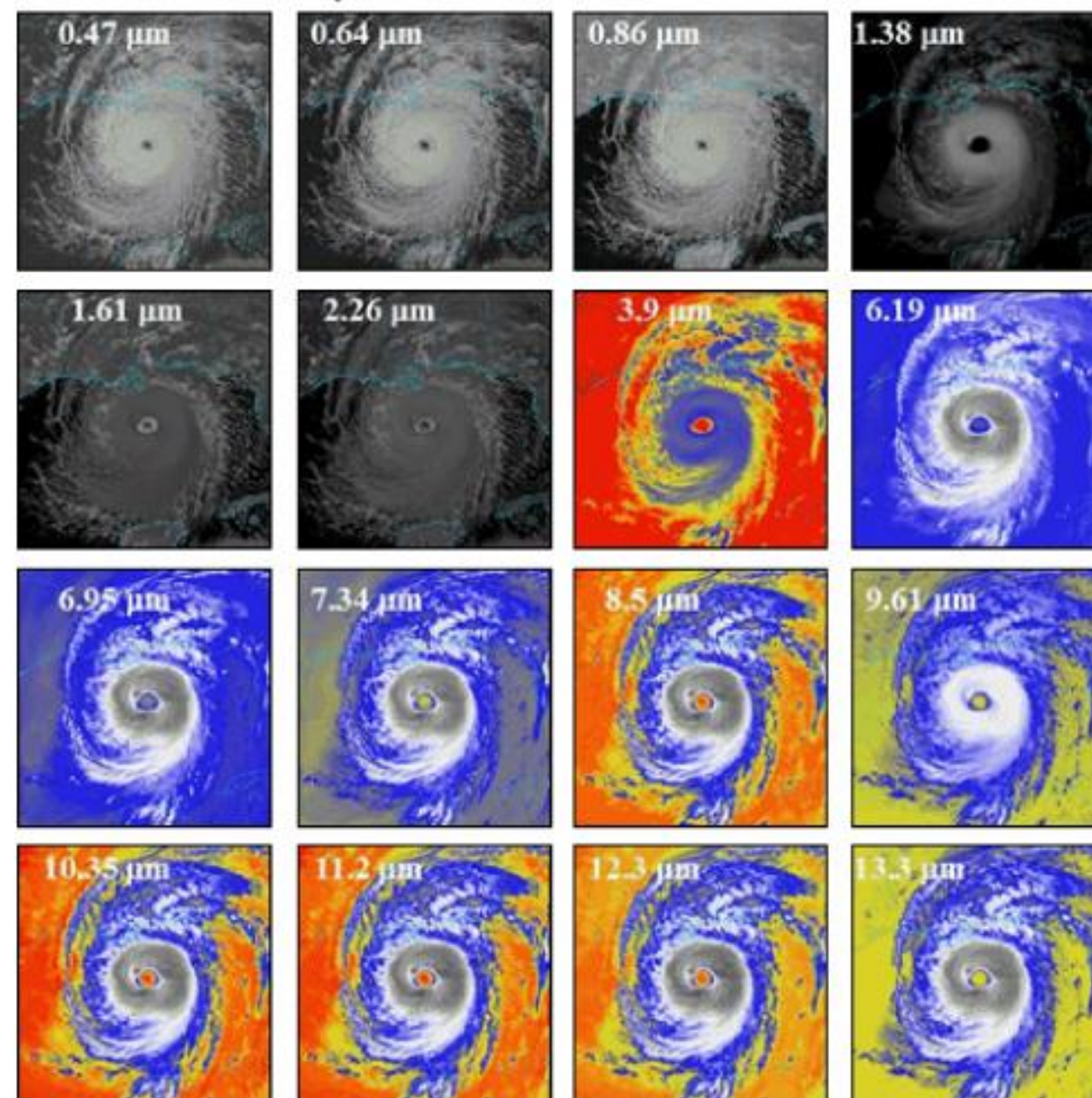
Primary Use	Band	Bandwidth ¹	Spectral Radiance ²	Required SNR ³
Land/Cloud/Aerosols Boundaries	1	620 - 670	21.8	128
	2	841 - 876	24.7	201
Land/Cloud/Aerosols Properties	3	459 - 479	35.3	243
	4	545 - 565	29.0	228
	5	1230 - 1250	5.4	74
	6	1628 - 1652	7.3	275
	7	2105 - 2155	1.0	110
Ocean Color/Phytoplankton/Biogeochemistry	8	405 - 420	44.9	880
	9	438 - 448	41.9	838
	10	483 - 493	32.1	802
	11	526 - 536	27.9	754
	12	546 - 556	21.0	750
	13	662 - 672	9.5	910
	14	673 - 683	8.7	1087
	15	743 - 753	10.2	586
	16	862 - 877	6.2	516
Atmospheric Water Vapor	17	890 - 920	10.0	167
	18	931 - 941	3.6	57
	19	915 - 965	15.0	250

Primary Use	Band	Bandwidth ¹	Spectral Radiance ²	Required NE[Δ]T(K) ⁴
Surface/Cloud Temperature	20	3.660 - 3.840	0.45(300K)	0.05
	21	3.929 - 3.989	2.38(335K)	0.20
	22	3.929 - 3.989	0.67(300K)	0.07
	23	4.020 - 4.080	0.79(300K)	0.07
Atmospheric Temperature	24	4.433 - 4.498	0.17(250K)	0.25
	25	4.482 - 4.549	0.59(275K)	0.25
Cirrus Clouds Water Vapor	26	1.360 - 1.390	6.00	150(SNR)
	27	6.535 - 6.895	1.16(240K)	0.25
	28	7.175 - 7.475	2.18(250K)	0.25
Cloud Properties	29	8.400 - 8.700	9.58(300K)	0.05
Ozone	30	9.580 - 9.880	3.69(250K)	0.25
Surface/Cloud Temperature	31	10.780 - 11.280	9.55(300K)	0.05
	32	11.770 - 12.270	8.94(300K)	0.05
Cloud Top Altitude	33	13.185 - 13.485	4.52(260K)	0.25
	34	13.485 - 13.785	3.76(250K)	0.25
	35	13.785 - 14.085	3.11(240K)	0.25
	36	14.085 - 14.385	2.08(220K)	0.35

Current GOES spectral bands



New GOES-R spectral bands

**GOES-R**



Sentinel-sorozat (ESA)

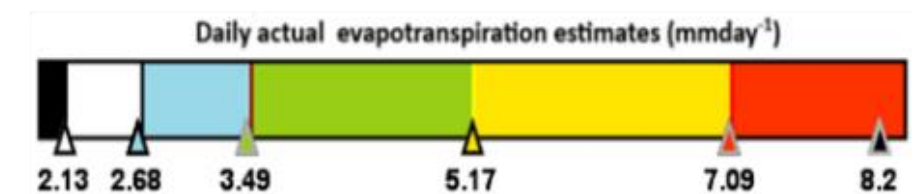
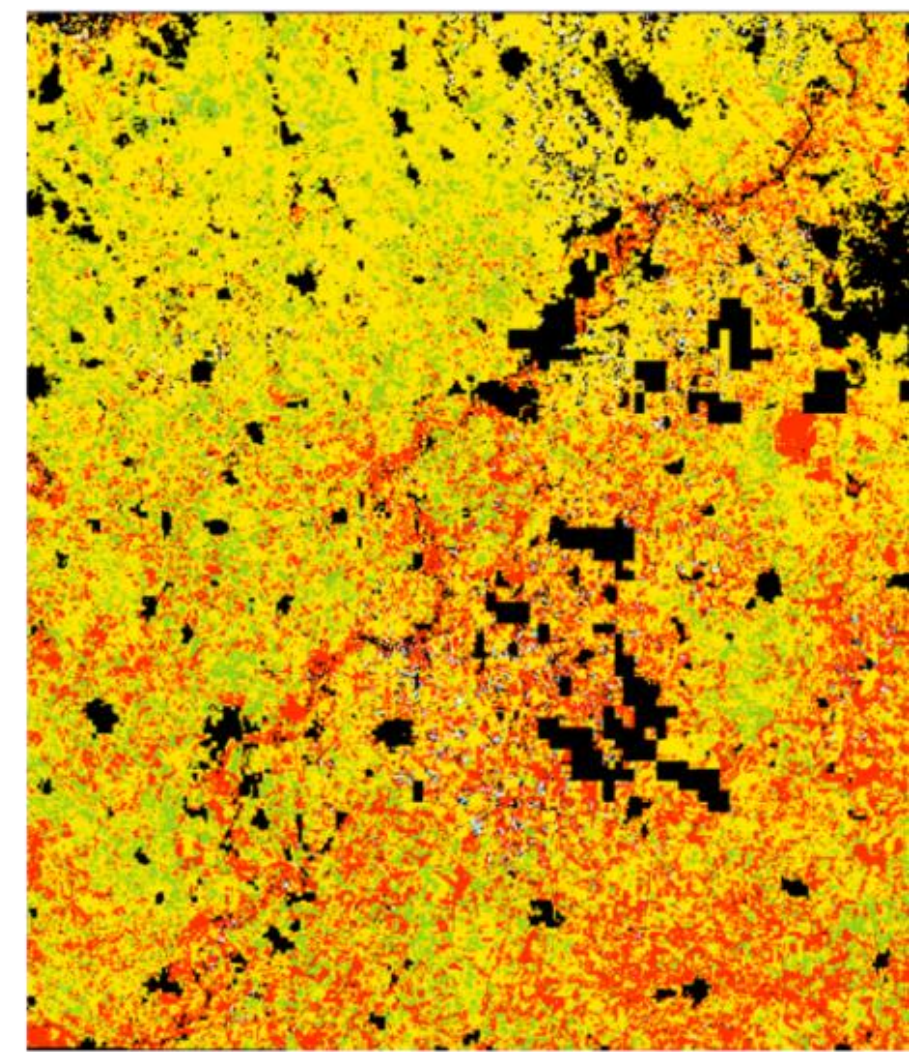
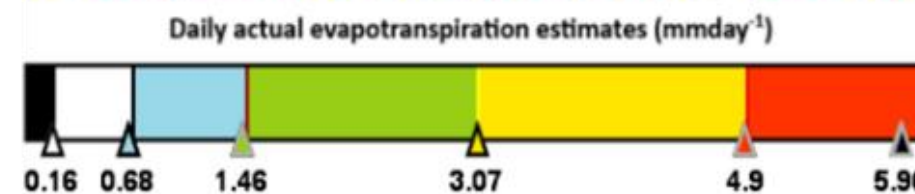
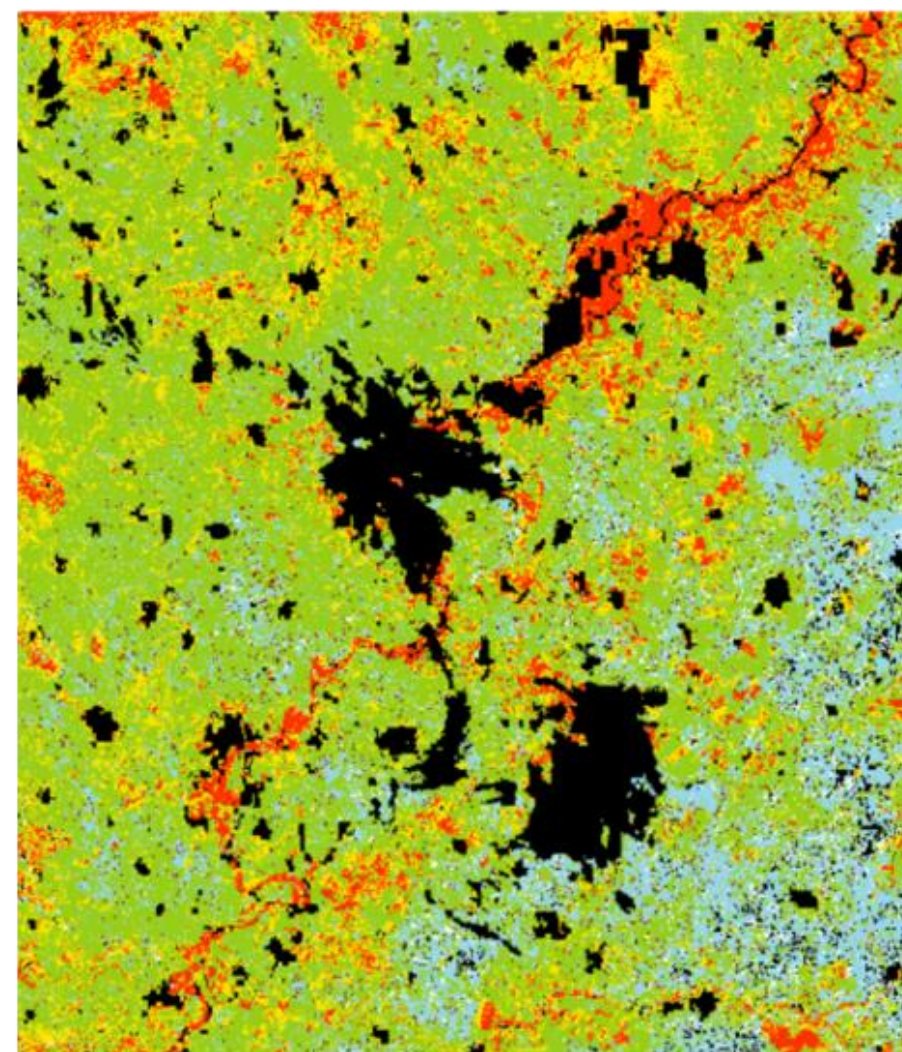
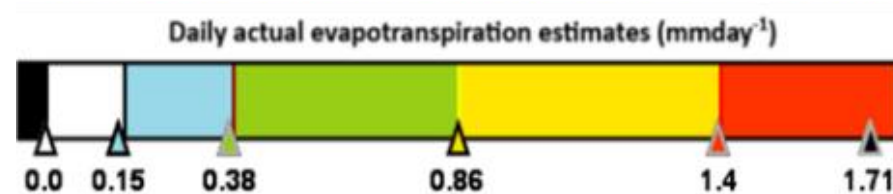
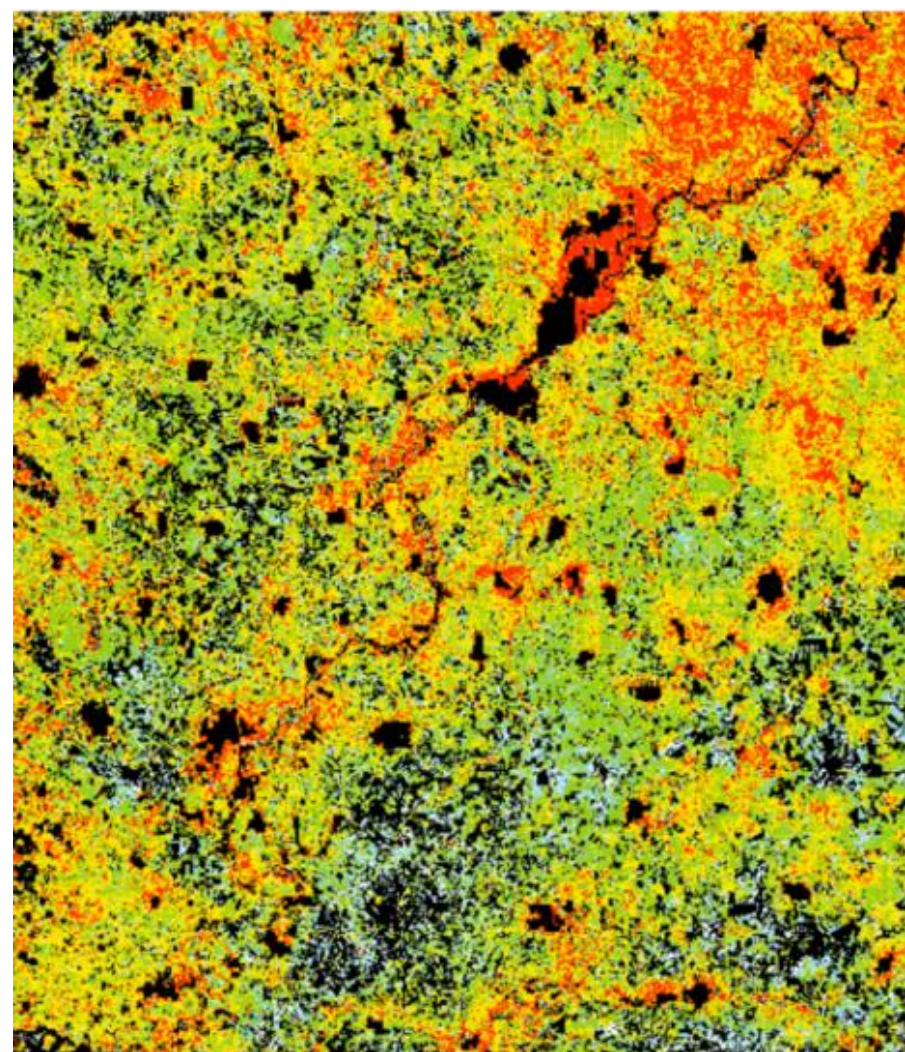


Sentinel-sorozat (ESA)

25.03.2022 (a)

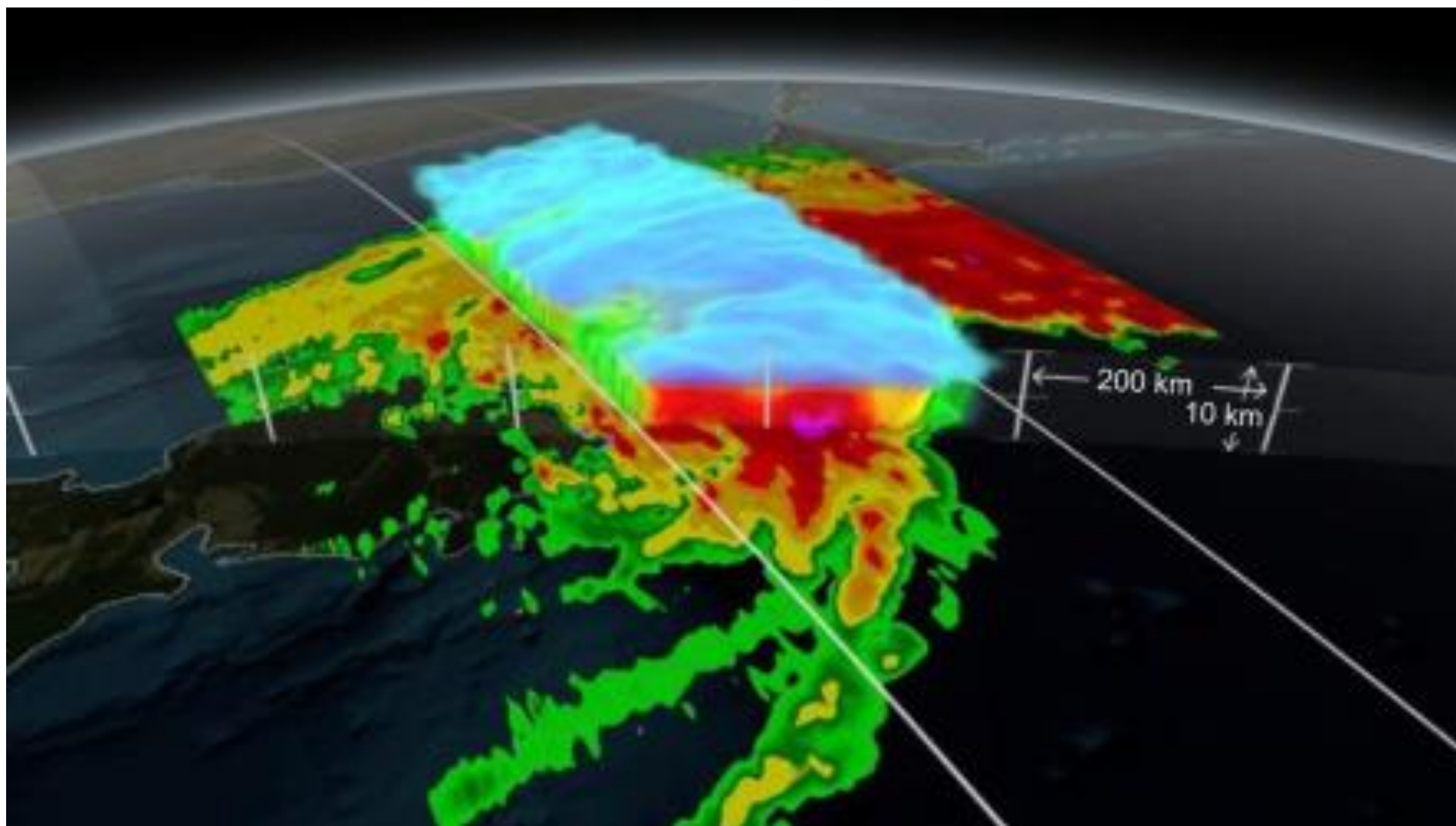
23.07.2022 (b)

23.06.2023 (c)

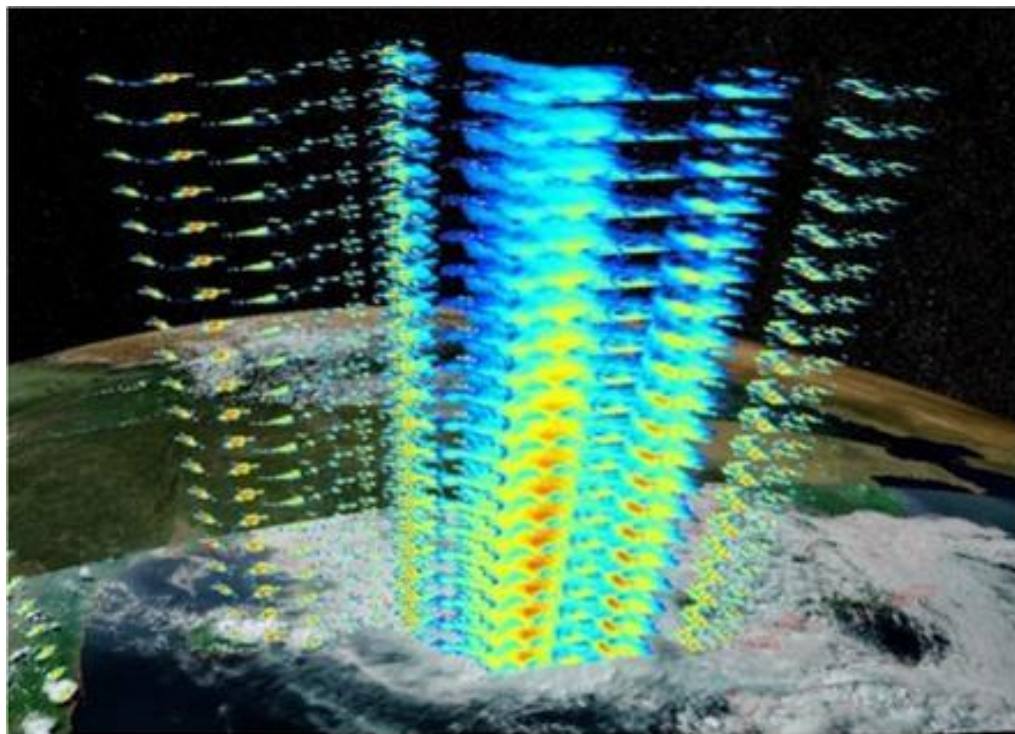


Sentinel-sorozat (ESA), Timár, Musyimi et al., in prep.)

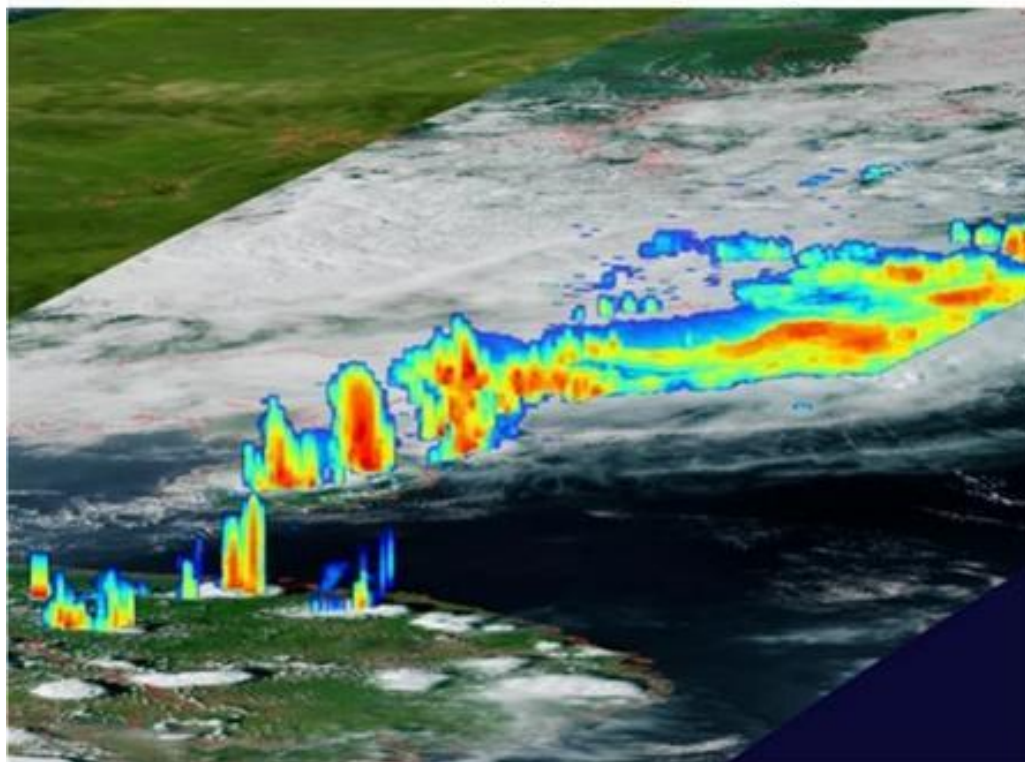
Mérési módszerek: csapadék



Meteorológiai radar az űrben (Tapiador, 2018)



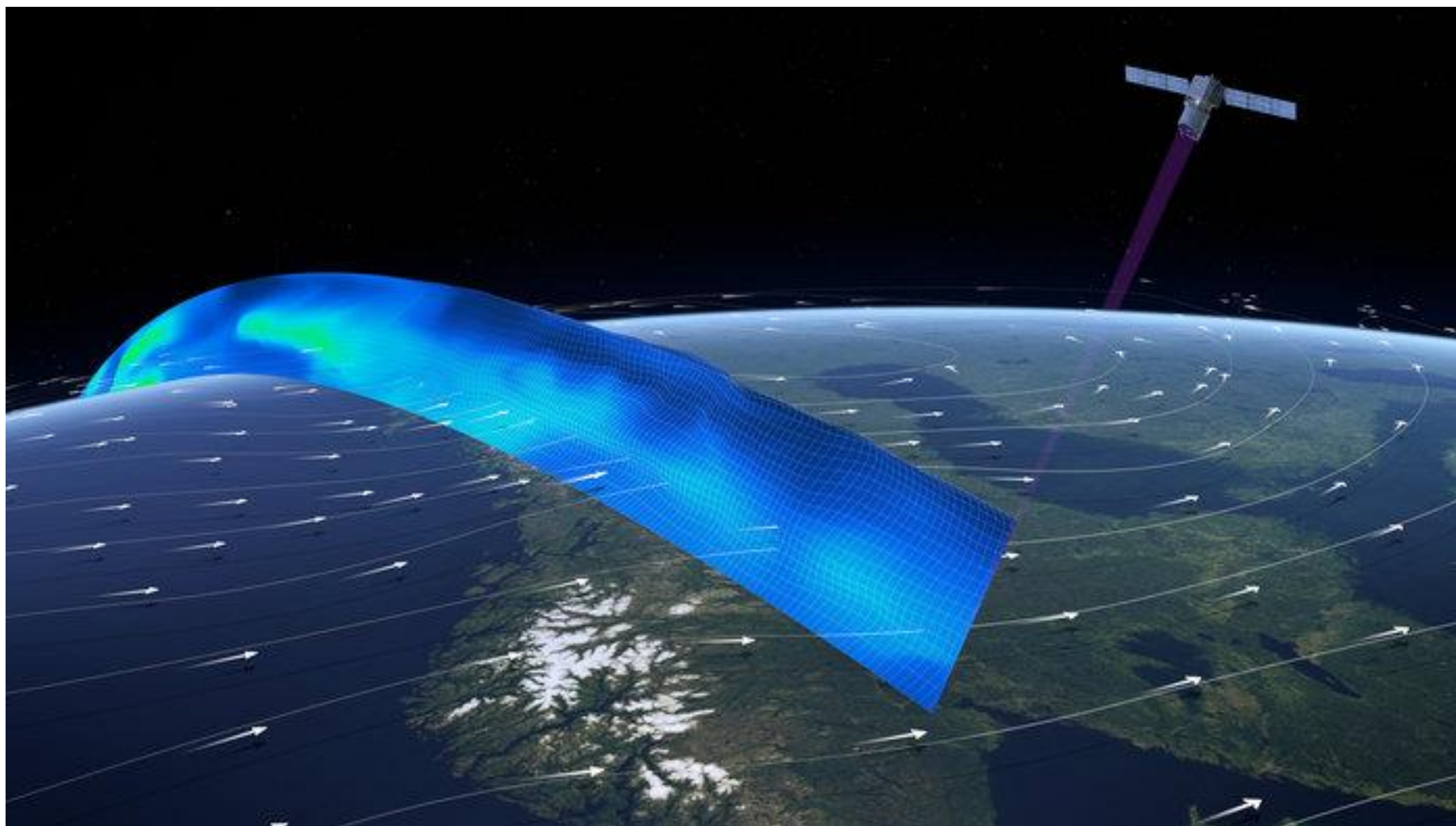
(a) The vertical distribution of the precipitation captured by FY-3G PMR



Mérési módszerek: csapadék

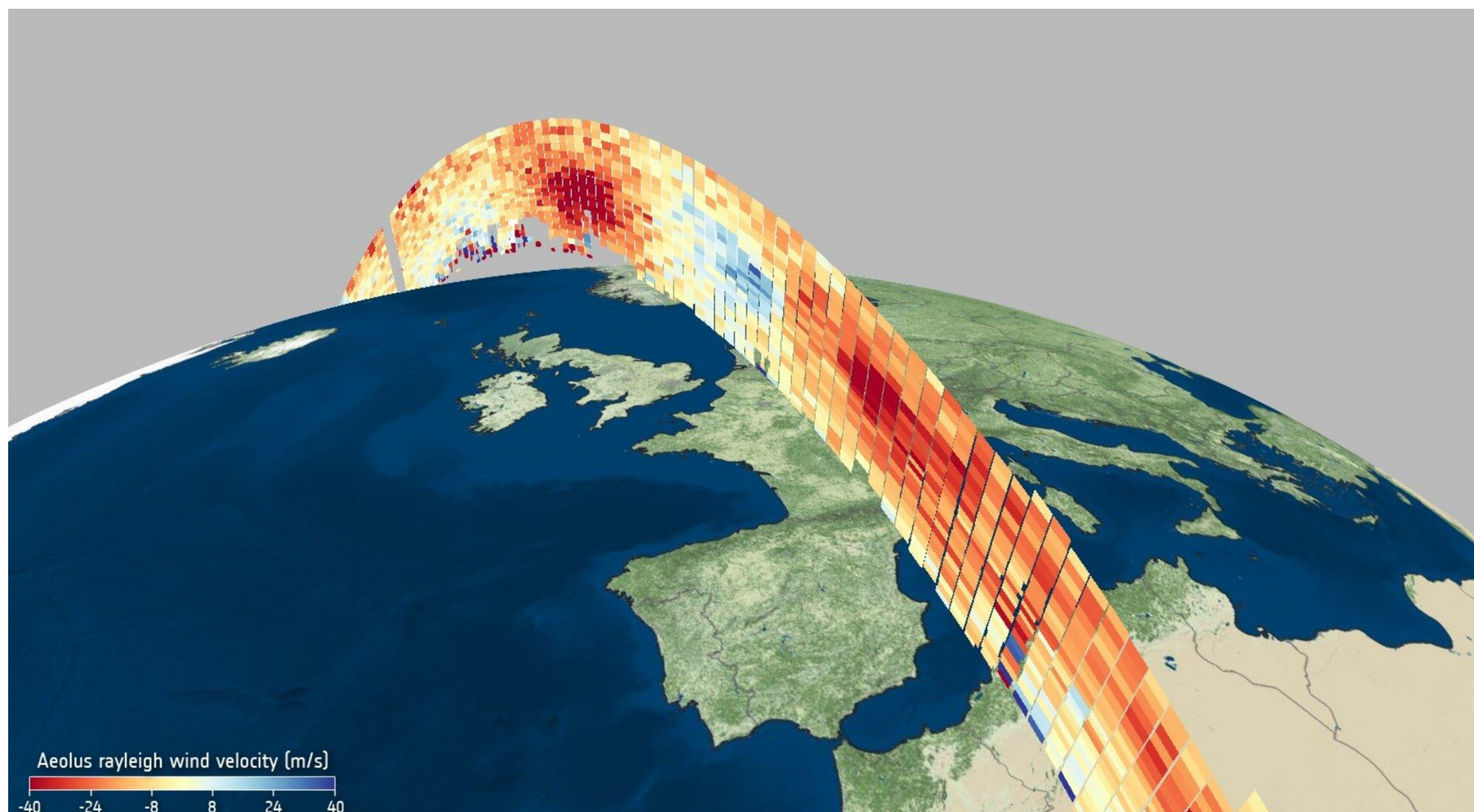
Meteorológiai radar az űrben
(Zhang, 2023)

Mérési módszerek: szél



Aeolus műhold (ESA)

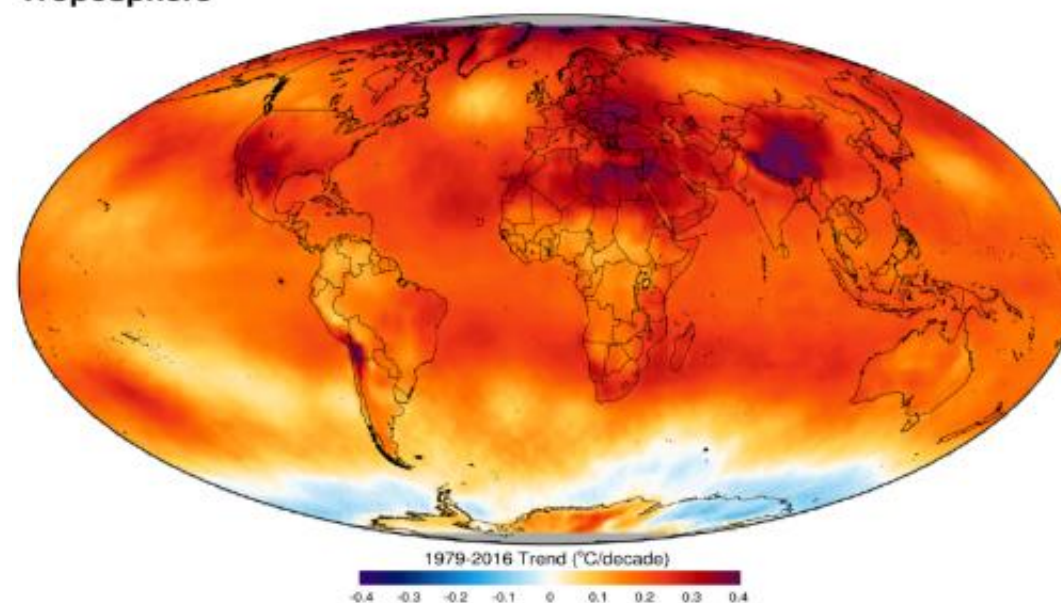
Mérési módszerek: szél



AELOUS műhold (ESA): Doppler-lidar

Mérési módszerek: lég hőmérséklet

Troposphere



Lower Stratosphere

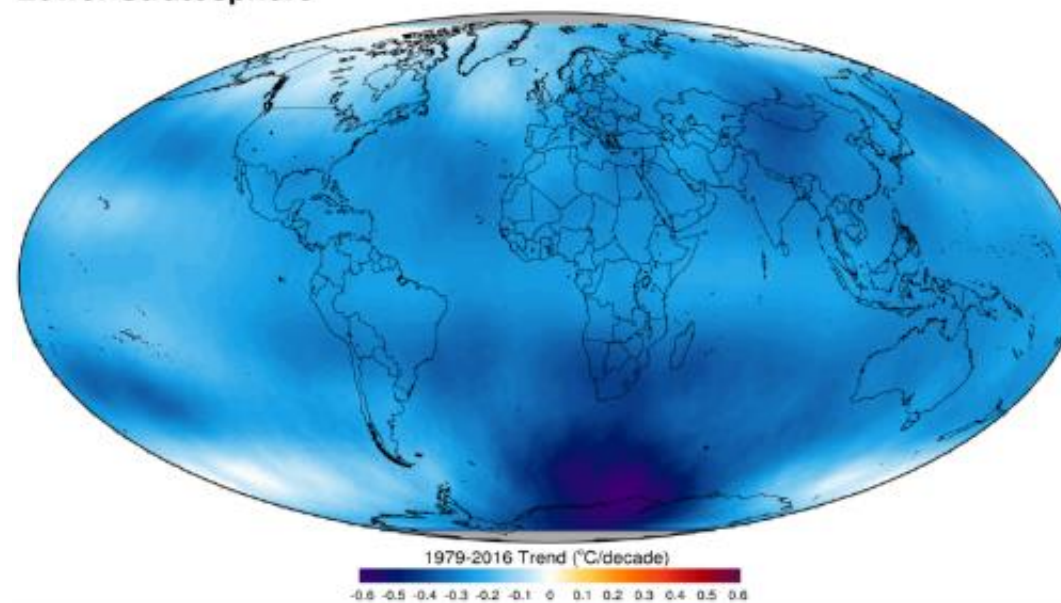
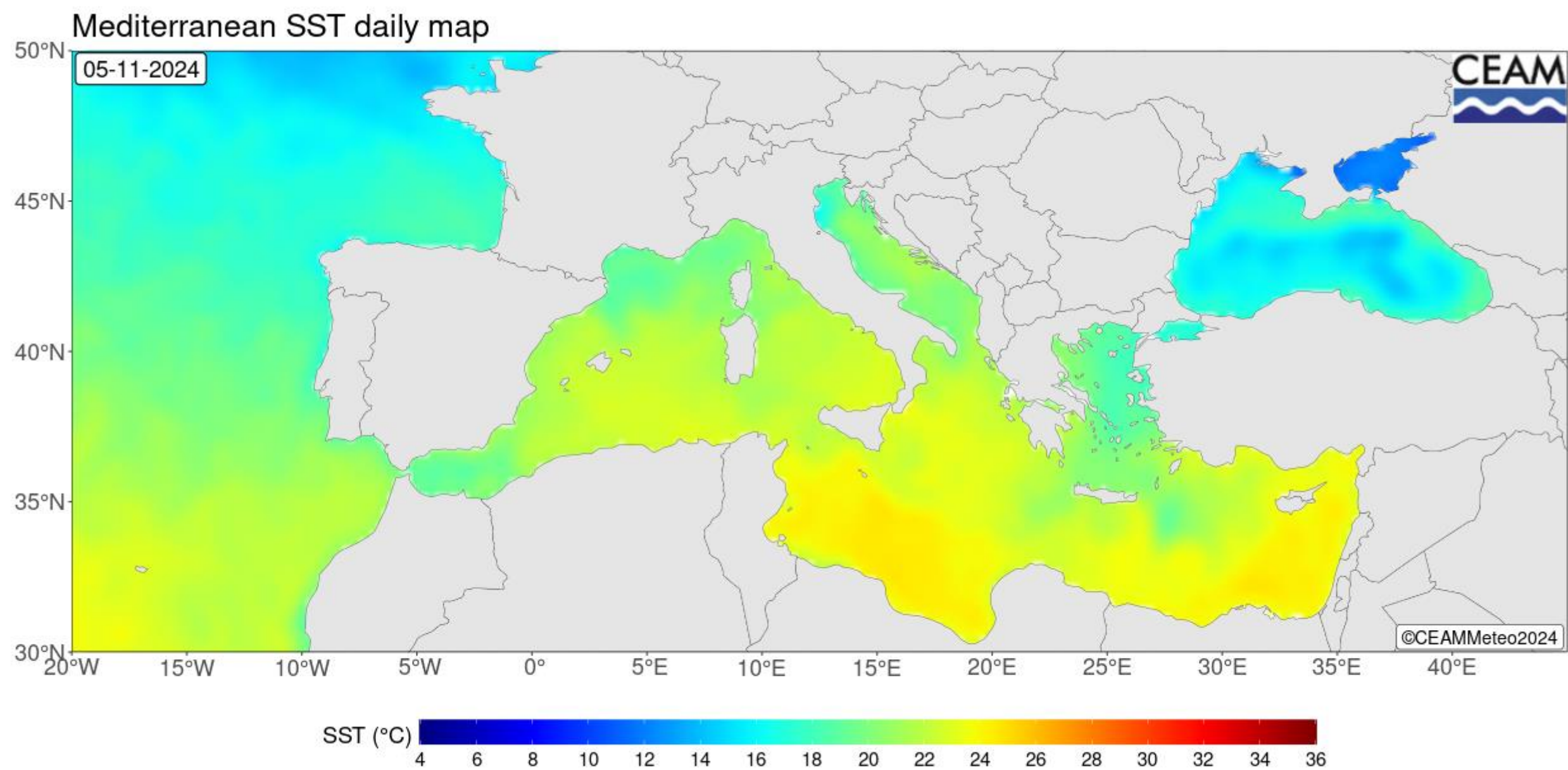


Table 1 Radiometric characteristics of the AMSU-A (from 3,5).

Channel Number	Frequency (GHz)	Polarization (at nadir)	Number of Bands	Instrument Sensitivity NEDT (K)	Primary Function
1	23.8	vertical	1	0.30	Water Vapor Burden
2	31.4	vertical	1	0.30	Water Vapor Burden
3	50.3	vertical	1	0.40	Water Vapor Burden
4	52.8	vertical	1	0.25	Water Vapor Burden
5	53.596 ± 0.115	horizontal	2	0.25	Tropospheric Temperature
6	54.4	horizontal	1	0.25	Tropospheric Temperature
7	54.94	vertical	1	0.25	Tropospheric Temperature
8	55.5	horizontal	1	0.25	Tropospheric Temperature
9	57.290	horizontal	1	0.25	Stratospheric Temperature
10	57.290 ± 0.217	horizontal	2	0.40	Stratospheric Temperature
11	57.290 ± 0.3222 ± 0.048	horizontal	4	0.40	Stratospheric Temperature
12	57.290 ± 0.3222 ± 0.022	horizontal	4	0.60	Stratospheric Temperature
13	57.290 ± 0.3222 ± 0.010	horizontal	4	0.80	Stratospheric Temperature
14	57.290 ± 0.3222 ± 0.0045	horizontal	4	1.20	Stratospheric Temperature
15	89.0	vertical	1	0.50	Cloud Top/Snow

Mérési módszerek: léghőmérséklet

AMSU: Advanced Microwave Sounding Unit



Data: GHRSSST Level 4 AVHRR_OI Global Blended Sea Surface Temperature Analysis v2.1 (GDS2) by NCEI

Észlelés: felhő vagy hó? Látható vs. infravörös

